



札幌医科大学学術機関リポジトリ *ikor*

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title	大腸癌に対する最新の手術～腹腔鏡下手術からロボット支援手術まで
Author(s)	古畑, 智久
Citation	札幌保健科学雑誌 5号 1 - 9 2016
Issue Date	2016年3月
DOI	10.15114/sjhs.5.1
Doc URL	http://ir.cc.sapmed.ac.jp/dspace/handle/123456789/6741
Type	Journal Article
Additional Information	
File Information	n2186621X51.pdf

- ・コンテンツの著作権は、執筆者、出版社等が有します。
- ・利用については、著作権法に規定されている私的使用や引用等の範囲内で行ってください。
- ・著作権法に規定されている私的使用や引用等の範囲を越える利用を行う場合には、著作権者の許諾を得てください。

総 説

大腸癌に対する最新の手術～腹腔鏡下手術からロボット支援手術まで

古畑智久

札幌医科大学保健医療学部看護学第一講座

腹腔鏡下手術は、胆石症などの良性疾患に限らず、胃癌や大腸癌などの悪性疾患に対しても行われるようになってきている。悪性疾患に対して腹腔鏡下手術のような新しい手術を導入するには、整容性、安全性に加え、根治性が担保されなければならない。腹腔鏡下手術の妥当性を検証するために、国内外で大腸癌を対象とした無作為比較試験が行われ、その結果、開腹下手術と比較して腹腔鏡下手術の短期および長期的予後について同等もしくは良好なアウトカムが示された。札幌医科大学附属病院では、多施設臨床試験と自施設のデータを十分に吟味しつつ、腹腔鏡下手術の導入、適応拡大を行い、現在では、大腸癌手術症例の約90%に対して腹腔鏡下手術を施行している。われわれは、さらなる整容性の向上に向けての単孔式手術、腹腔鏡下手術困難症例の克服へ向けてのロボット支援手術の導入を既に行っており、今後、症例を蓄積し、アウトカムの検証を行っていくつもりである。これらの新しい手術技術は、外科医の努力だけでなし得ることは不可能であり、看護師、臨床工学士など多職種の理解と協力があって成り立つものと考えている。

キーワード：大腸癌、腹腔鏡下手術、ロボット支援手術、低侵襲、整容性

The Latest Surgical Techniques for Colorectal Cancer ～Laparoscopic and Robot Assisted Surgery

Tomohisa FURUHATA

Sapporo Medical University, School of Health Sciences, Department of Nursing

The laparoscopic surgery has been accepted for not only benign disorders such as cholelithiasis but also the malignancy including gastric and colorectal cancer. The introduction of a novel surgical technique such as laparoscopic surgery requires the safety, the cosmesis, and the curability. Therefore, randomized controlled trials for colorectal cancer were carried out at home and abroad and revealed that the laparoscopic surgery brought equal or better outcomes about short and long term outcomes in comparison with the open conventional surgery. In our institution, we have introduced the laparoscopic surgery for colorectal cancer and expanded its indication, considering into the data of multi-institutional trial and ourselves. The rate of laparoscopic surgery for colorectal cancer in our institute have currently arrived at approximately 90%. We have already introduced the single port surgery for the further cosmesis and the robot assisted surgery in order to overcome the difficulty and complexity and will accumulate the data and examine outcomes. These achievements has been based on not only the efforts of surgeons but also the understanding and cooperation from nurses and clinical engineers.

Key words : Colorectal cancer, Laparoscopic surgery, Robot assisted surgery, Minimally invasive surgery, Cosmesis

Sapporo J. Health Sci. 5:1-9(2016)
DOI:10.15114/sjhs.5.1

【はじめに】

腹腔鏡下手術は、1987年にフランスのMouretによって胆嚢摘出術がはじめて行われた¹⁾。大腸切除に関しては1991年に世界初症例が報告され、本邦においては1993年に初めて行われた。その後、国内外において大腸癌患者を対象に腹腔鏡下手術と開腹手術の無作為比較試験が行われ、腹腔鏡下大腸切除術の低侵襲性と同等の長期予後が示されている²⁻⁴⁾。最近では、さらなる整容性を目指した単孔式手術⁵⁾、Needlescopic surgery⁶⁾、Natural orifice specimen extraction : NOSE^{7, 8)}が行われている。大腸領域にはおいては未だ保険適応外であるものの、ロボット支援手術はより精緻な手術操作が可能となり、さらなるアウトカムの向上が期待されている。

本稿では、これまで行われてきた腹腔鏡下大腸切除術の歩みおよび最新の手術法を解説するとともに今後の展望について考察する。

【腹腔鏡下手術とは】

腹腔鏡下手術は、腹腔内に二酸化炭素を送気することによって腹腔内にスペースを作り、手術を行う手術手技である。直径5～12mm程度のトロカーもしくはポートと呼ばれる筒状の器機を挿入することによって腹腔内にアクセスし、そこから腹腔鏡、止血切開装置、鉗子などを挿入して手術操作を行う。腹腔鏡下手術は、従来の開腹手術とは異なり手術創が大幅に短縮されるため、整容性や低侵襲性において優れた手術術式である^{9, 10)} (図1)。さらに、内視鏡の拡大視効果によって精緻な手術が可能となるが、その一方、

開腹手術手技に加え、腹腔鏡下手術特有の手技の習得が必要である。腹腔鏡下手術は、安全に完遂してこそ、その利点を享受できるものであり、開腹手術への移行は、在院日数の延長につながるなどの報告もある¹¹⁾。日本内視鏡外科学会では、内視鏡手術の健全な普及と進歩を促し、延いては国民の福祉に貢献することを目的とし技術認定制度を2004年度から開始している。本制度は、編集なしの手術ビデオ審査による外科医の技術を直接評価認定するものであり、本邦における手術手技の向上と合併症の低減に有益であることが期待されている。2004～2014年における消化器・一般外科領域の技術認定取得者数は1445名(合格率38%)であり、日本各地において安全な腹腔鏡下手術の遂行のために指導にあたっている。

【腹腔鏡下手術VS開腹手術】

①整容性

腹腔鏡下大腸切除における通常の手術創は5mmが3ヶ所、12mmが1ヶ所、40mmが1ヶ所であるのに対し、開腹手術では腹部正中に200mmほどの大きな手術創を要する。したがって、手術創の大きさは明らかに異なるが、患者さん自身はどのように手術創について受け止めているかについては検討を要する。大腸全摘術を施行した患者における開腹および腹腔鏡下手術症例の整容性とボディイメージに関する検討では、いずれも腹腔鏡下手術症例における満足度が有意に高く、特に女性においては、開腹手術におけるボディイメージは低値であった⁹⁾。この報告における整容性とは単なる手術痕に対する満足度、ボディイメージとは手術痕、全体の容姿に対する感情や術後の活動を多角的に評価したものと定義されている。

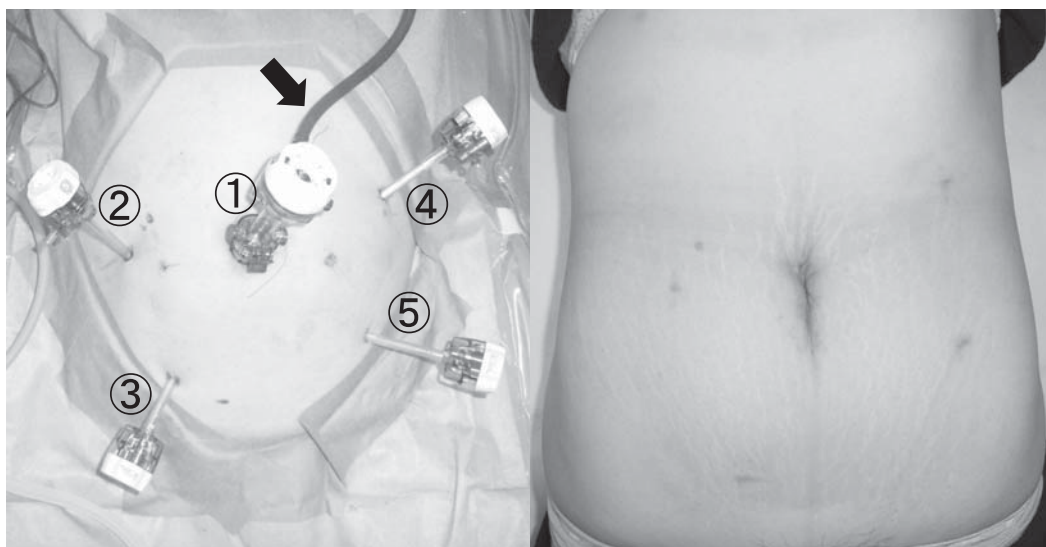


図1 腹腔鏡下大腸切除術の腹部写真

(左) トロカー挿入後の術中写真、(右) 術後1ヶ月の腹部写真

①腹腔鏡用トロカー、②③術者用トロカー、④⑤助手用トロカー 矢印：気腹のため二酸化炭素送気用チューブ

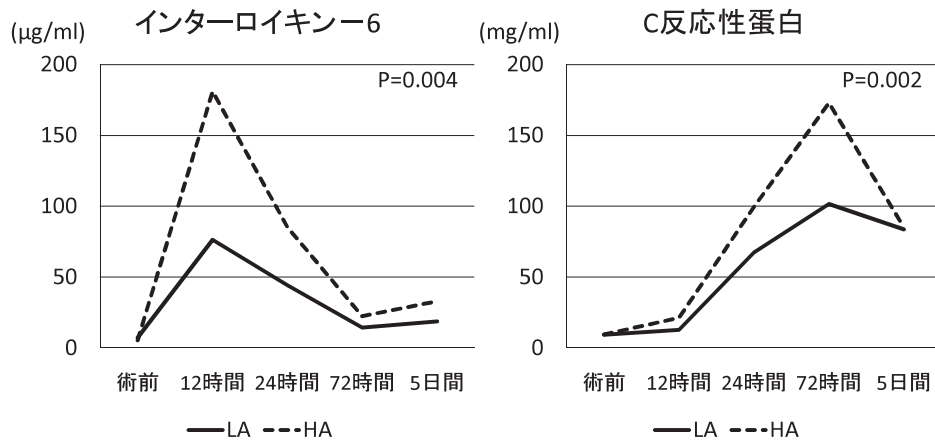


図2 術後インターロイキン6とC反応性蛋白の推移

LA: 腹腔鏡下手術、HA: ハンドアシスト手術

文献10のデータをもとに作成

②低侵襲性

低侵襲性は、血中サイトカイン値、術後合併症の頻度、術後在院日数などで評価される。結腸癌術後のインターロイキン6 (IL-6) とC反応性蛋白 (CRP) の推移について腹腔鏡下手術群とハンドアシスト腹腔鏡下手術で比較した研究がある。ハンドアシスト手術とは、約7~8cmの開腹創を設置し、そこから術者の左手を挿入して行う手術であり、開腹手術から腹腔鏡下手術の導入段階に行われることがある。腹腔鏡下手術に比べると手術創が長く、創部の筋肉の圧迫が強いためやや侵襲が高くなることが予測される¹⁰⁾。図2に示すようにIL-6、CRPともに腹腔鏡下手術では有意に低値で推移しており、低侵襲であることが推察される。国内外の無作為比較試験の短期成績では、腹腔鏡下手術は術中出血量は少なく、術後鎮痛薬の使用量が少なく、術後腸管運動麻痺の期間が短く、そして術後在院日数が短いと報告されている^{4, 12, 13)}。手術時間が長いという欠点はあるもの術後の回復にはあまり影響していないようである。したがって、腹腔鏡下結腸切除術は、開腹手術と比較して術後回復が早いことから低侵襲な手術であると思われる (表1)。しかし、同時に腹腔鏡下手術からなんらかの理由で

開腹手術へ変更した症例に限って検討すると、開腹手術よりも術後在院日数が長いとの報告もあり、手技の習熟があっではじめて新しい技術の恩恵を享受できるものと考えられる¹¹⁾。手術を担当する医師は、手術技術の熟練度によって本来は低侵襲な手術が却って高侵襲にもなり得ることをしっかりと認識し、日々の手技の鍛錬を怠ってはならない。

③根治性

手術の根治性は、特に悪性疾患領域においては最も重要視されなくてはならない項目である。これまでの国内外における無作為比較試験の結果では、全生存率については差を認めた報告はない^{2, 3)} (表1)。国内では、Stage2, 3結腸癌 (横行、下行結腸を除く) を対象としたJCOG0404試験が30施設において施行された。本試験は、腹腔鏡下手術の開腹手術に対する全生存期間における非劣性を示す試験としてデザインされている⁴⁾。5年全生存率は開腹手術群で90.4%、腹腔鏡下手術群で91.8%と同等であったが、統計学的には開腹手術群に対する腹腔鏡下手術群のハザード比は1.056 (90%信頼区間: 0.790-1.413)、p=0.0732であり、腹腔鏡下手術の非劣性は示されなかった¹⁴⁾ (表1)。この結果の解釈は分かるところであるが、熟練した技術を

表1 進行大腸癌における開腹下手術、腹腔鏡下手術の無作為比較試験

臨床試験	施行国	対象	症例数	出血量	手術時間	在院日数	全生存率
COST	米国	結腸	O: 435 L: 428	NA	O: 95分 L: 150分	O: 6.4日 L: 5.6日	O: 74.6% L: 76.4% ~5年OS
CLASICC	英国	結腸 直腸	O: 268 L: 526	NA	O: 140分 L: 184分	O: 11日 L: 9日	O: 66.7% L: 68.4% ~3年OS
JCOG0404	日本	結腸	O: 528 L: 529	O: 85ml L: 30ml	O: 159分 L: 211分	O: 11日 L: 10日	O: 90.4% L: 91.8% ~5年OS

O: 開腹下手術群、L: 腹腔鏡下手術群、OS: 全生存率、NA: 未評価

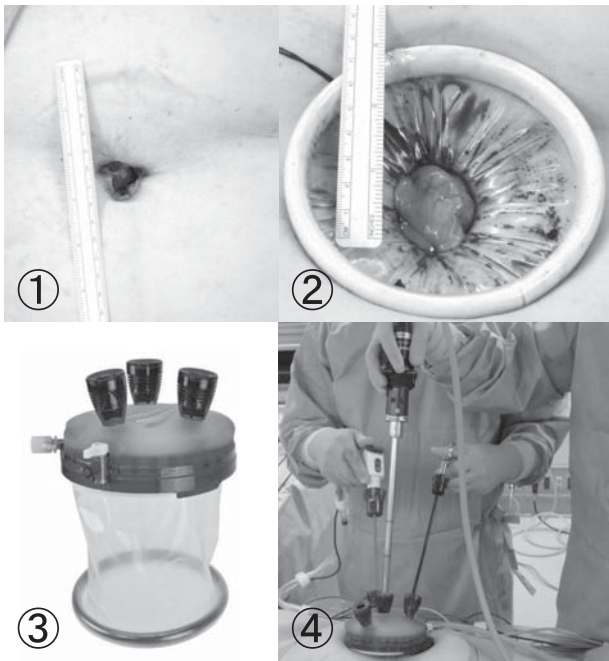


図3 単孔式手術

- ①臍の約2cmの開腹創、②開創器装着時
- ③単孔式手術用プラットフォーム、④術中写真

有する施設においては、結腸癌に対する腹腔鏡下手術はオプションになり得るといのがコンセンサスと考えられている。

④QOL

腹腔鏡下大腸切除術は、開腹手術と比較して、高い整容性とボディイメージ、術後疼痛の軽減、在院日数の短縮、さらに大腸癌の根治性に関しても開腹手術とはほぼ同等であることは既述のとおりである。これらの知見から考えると、腹腔鏡下大腸切除術はQOLにおいても優れた結果が期待される。QOLについて検討した報告によると、術後2~3ヶ月までは腹腔鏡下大腸切除症例において良好とする報告はあるものの、その差は徐々に縮小し、術後1年を越えると腹腔鏡と開腹の差はほぼないとされている¹⁵⁾。システマティックレビューにおいても腹腔鏡下手術によってQOLが改善したとするエビデンスはないと結論されている¹⁶⁾。したがって、腹腔鏡手術は多くの臨床的優位性はあるもの

の、長期的なQOLの改善が得られていないという事実も真摯に受け止めるべきであろう。手技の習熟とさらなる工夫はもちろんであるが、腹腔鏡下手術によるQOL改善を認めるサブグループの探索も必要と考える。

【さらなる整容性を目指して】

腹腔鏡下大腸切除術は、5~12mmのトロカールを4~5本挿入して行い、切除標本の摘出は臍部の創を5cm程度に延長して行うのが通常の方法である（マルチトロカール法）。最近ではトロカールの本数を減らしたり、あるいは細径鉗子を用いるなどのリデュースドポートサージャリー（Reduced Port Surgery : RPS）が行われてきている。RPSには、ひとつのアクセスポートから手術を行う単孔式手術と細径鉗子を用いるNeedlescopic surgeryが代表的な方法である。さらに最近では、標本摘出のための5cm程度の創を減じるために、臍や直腸などのNatural orificeをとおして標本を摘出するNatural orifice specimen extraction : NOSEが行われてきている。これら3つのRPSの手技を単独ではなく、合理的に組み合わせることによって、整容性と術者の操作性を向上することが可能と考えられる。

①単孔式手術

単孔式手術とは、ひとつの開腹創から全ての操作を行う内視鏡手術手技である。通常は、臍部に直径3cm程度の単孔式手術用プラットフォームを挿入し、そこから腹腔鏡、鉗子、電気メスなどを挿入して手術を行い、標本摘出も同部位から行う（図3）。胆嚢摘出術や虫垂切除術などで広く行われている。大腸癌に対しては一部の施設で行われているものの、ひとつのプラットフォームからのアクセスである故に、腹腔鏡下手術に習熟した外科医にとっても難易度が高く、適応拡大には限界があるものと考えられている。最近、結腸癌に対する単孔式手術と通常の腹腔鏡下手術（マルチトロカール法）の手術成績について報告された⁵⁾。手術時間、出血量、術後在院日数、開腹手術への移行率、郭清リンパ節個数を含めた根治性において、単孔式手術はマルチトロカール法と同等であるのに加えて、術後疼痛の軽減効果と高い整容性を併せ持つ手術であると報告されている⁵⁾。現在、最も注目されている手術手技のひとつではあるが、

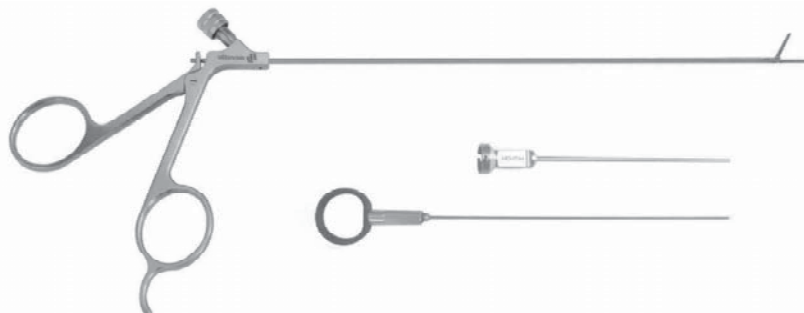


図4 直径3mmの細径鉗子と専用トロカール

この優れた単孔式手術の成績は、限られた術者と手術チーム、さらには限られた患者において可能であると考えられる。新しい手技の導入には、十分な準備を行った上で、徐々に適応を拡大していく慎重な姿勢が必要であると考えられる。

②Needlescopic surgery

通常の5～10mm鉗子を2～3mmの細径鉗子に持ち替えて手術を行う方法である（図4）。半年ほど経過した細径鉗子の手術痕は、2～3m離れたところから視認することはできない程で、高い整容性を達成しようと思われる。しかしながら、細径鉗子は把持力が弱いため、大腸などの臓器を把持、牽引するのは困難である。さらに、細径鉗子は、その細さ故に5mmの通常の鉗子と比較して先端が鋭利なため、臓器を損傷する危険性が高く、その取扱いにはより一層の注意を要する。しかし、最近、細径鉗子でありながら、シャフト部分のしなりが小さくかつ把持力が改善された鉗子が開発され、徐々に導入を試みている施設が増加してきている。Mukaiらは、通常のマルチトロカー法と細径鉗子による結腸切除術の手術成績を比較検討し⁶⁾、手術時間、出血量、根治性ともに劣ることはないとして述べている。先述の単孔式手術に比べると、手技の習得は短期間で済むので、症例を選んで行えば有用な手技であると考えられている。

③Natural orifice specimen extraction (NOSE)

上記の単孔式手術やNeedlescopic surgeryは、創部の個数や長さを減じることによって整容性を追及しているものの、腸管を摘出する際には3～4cmまで創を延長する必要がある。最近、直腸領域の手術において、創の延長を回避する手術手技NOSEが開発され注目されている。NOSEとは腹腔内で直腸などを切除した後に、経直腸的もしくは経膈的に腫瘍を摘出する手術手技であり、3～4cmの摘出のための手術創を省略できる利点がある。NOSE法は整容性が向上するだけでなく術後疼痛を軽減するといわれており、長期経過観察例の検討では、大腸癌術後生存率において劣ることはないとして報告されている⁷⁾。直腸を標本摘出のルートとして使用する場合、直腸内腔が腹腔内に開放されるため、感染性合併症が懸念されるが、直腸内を十分に洗浄することによって、予防可能と考えられている⁸⁾。

【腹腔鏡下手術の適応拡大】

大腸癌研究会の大腸癌治療ガイドライン2014年版では、「ステージ0、1結腸癌が良い適応であり、直腸癌に対する腹腔鏡下手術の有効性と安全性は十分に確立されていない。適正に計画された臨床試験として実施することが望ましい。」とされている¹⁸⁾。しかし、日本内視鏡外科学会によって行われた第12回内視鏡外科に関するアンケート調査によると、実臨床においては、ステージ0、1結腸癌に限らず進行大腸癌に対しても既に広く行われているというのが現状であった¹⁹⁾。ガイドラインはエビデンスに基づいた臨床指針を示すものであるが、この点については実際の臨床の現場との

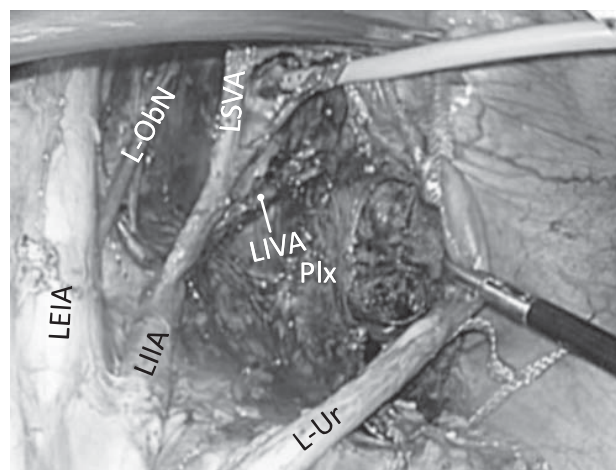


図5 腹腔鏡下骨盤リンパ節郭清後の骨盤底部

LEIA: 左外腸骨動脈、LIIA: 左内腸骨動脈、LSVA: 左上膀胱動脈、LIVA: 左下膀胱動脈、L-Ur: 左尿管、L-ObN: 左閉鎖神経、Plx: 骨盤神経叢

乖離が見られている。これは、エビデンスの構築よりも早いスピードで外科医の技量が向上し、また、患者側からの要求度が増したことが原因と考えられる。国内で施行された腹腔鏡下手術と開腹手術の無作為比較試験の結果からも、進行大腸癌に対する腹腔鏡下手術はオプションになりうることを示されており、実臨床において盲目的に適応拡大が行われきたわけではないと考えられる¹⁴⁾。

進行下部直腸癌に対する根治手術は、直腸切除に加え骨盤内リンパ節郭清を必要とする。骨盤内リンパ節郭清は、骨盤腔深部の操作であるため視野の確保が難しく難易度の高い手技であるため、進行下部直腸癌を腹腔鏡手術の適応外とする施設がほとんどであった。しかし、先進的な施設において、内視鏡による良好な画質と拡大視効果を最大限に利用し、さらには術前画像診断によるシュミレーションと視野展開の工夫によって、骨盤腔深部のリンパ節まで安全、確実に郭清可能であるとの報告がなされてきている¹⁷⁾（図5）。

【ロボット支援手術】

現在、本邦で広く使用されている手術支援ロボットは、Intuitive Surgical社のda Vinciサージカルシステムである。da Vinciは2009年に医療機器として消化器、泌尿器、婦人科領域において薬事承認され、2015年6月末では192台が本邦の施設に導入されている。現時点で保険収載されている手術術式は前立腺悪性腫瘍手術のみである。消化器領域においては、保険診療としてロボット支援手術を行うことはできないため、わずかの施設を除いては日常行われる手術となっていない。腹腔鏡下大腸切除術は、多くの工夫や器械の進歩などによって、ここ10年間で大きな進歩を遂げてきた。しかし、直腸癌に対する手術は深く狭い骨盤腔

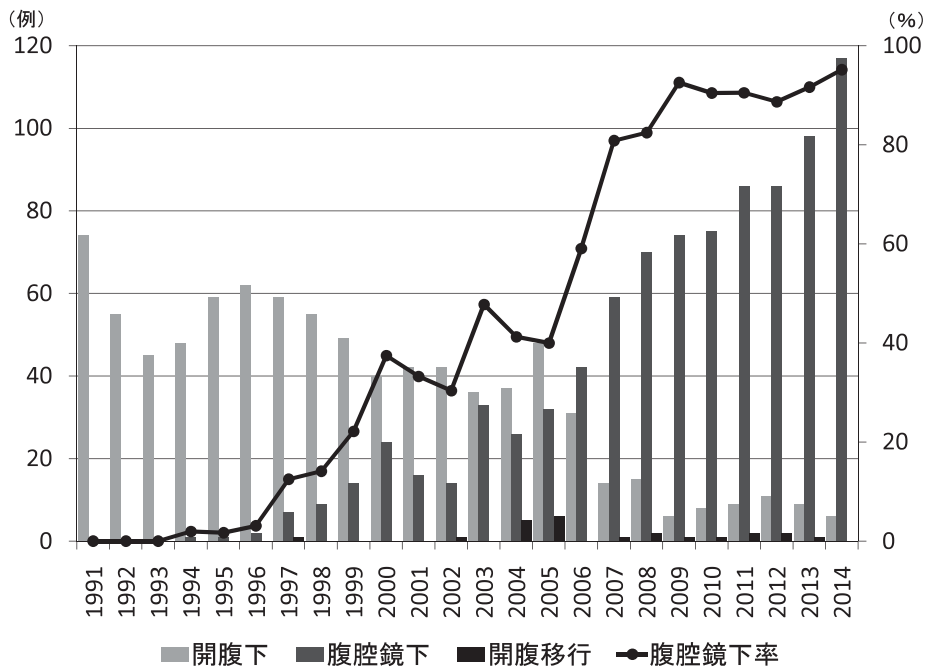


図6 札幌医科大学附属病院における年別大腸癌手術法の推移

での操作となるため、男性の肥満症例などでは困難を極める。その問題点の多くを解決できるのがロボット支援手術であるといえる。ロボット支援手術の利点は、①高画質な3D画像、②手ぶれ補正機能、③モーションスケール機能、④鉗子の多関節機能などが挙げられる。これらの機能の組み合わせによって、適切な角度で手術野にアクセスし、良好な視野の下、繊細な操作が可能になるのである。前立腺切除においては、ロボットの操作性の利点をいかし、開腹手術と腹腔鏡下手術に対して手術時間、出血量、術後在院日数、術後排尿機能などの面において有意に良好であるとの報告がなされている²⁰⁾。直腸癌手術においては、現在までのところロボット支援手術は腹腔鏡下手術よりもわずかに開腹手術移行率が低いというのみで、あきらかな臨床的優位性は証明されていない²¹⁾。しかし、骨盤腔の狭くて深い男性や肥満症例など手術操作の難易度が高い症例に限ると、ロボット支援手術の意義が示される可能性があり、今後の検討が待たれるところである。また、手術支援ロボットによる良好な操作性が術者のストレス軽減や技術の習得期間を短縮しているとの報告もあり²²⁾、外科医の教育面などのこれまでと異なる角度からの検討も行うべきと考えられる。

【札幌医科大学附属病院における腹腔鏡下大腸切除術】

当院における腹腔鏡下大腸切除術は1994年に第一例が行われている。導入当初は、結腸の早期癌症例のみを適応としていた。その後、結腸の進行癌と上部直腸癌へ適応拡大には、手技の定型化とさらなる工夫が必要と考え、先進的に行っている国内数施設の見学を繰り返し行った。適応拡

大によって2004年から症例数は増加し、2008年には、大腸癌手術の80%以上が腹腔鏡下手術で行われるようになった。その後、直腸癌に対する骨盤内拡大リンパ節郭清を腹腔鏡手術に適応拡大し¹⁷⁾、現在では90%以上が腹腔鏡下で手術可能となっている(図6)。当科における腹腔鏡下手術と開腹手術の比較では、症例の背景に差を認めるものの、手術創感染、縫合不全、腸閉塞などの術後合併症は低率であり(図7)、生存期間に関しては同等であった(図8)。

先述したRPSやロボット支援手術に関しては、当院でも既に導入が開始されている。RPSは単孔式手術を基本とし、早期結腸癌もしくは結腸非悪性疾患を適応としている。単孔式手術で手術遂行が困難な症例に関しては、細径鉗子の追加を行っている。ロボット支援手術に関しては、2011年12月にロボット支援手術検討委員会が発足され、手術支

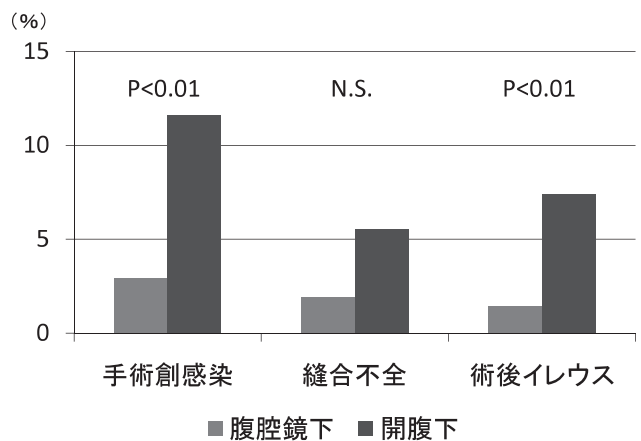


図7 大腸癌術後合併症発生頻度

N.S. : not significant

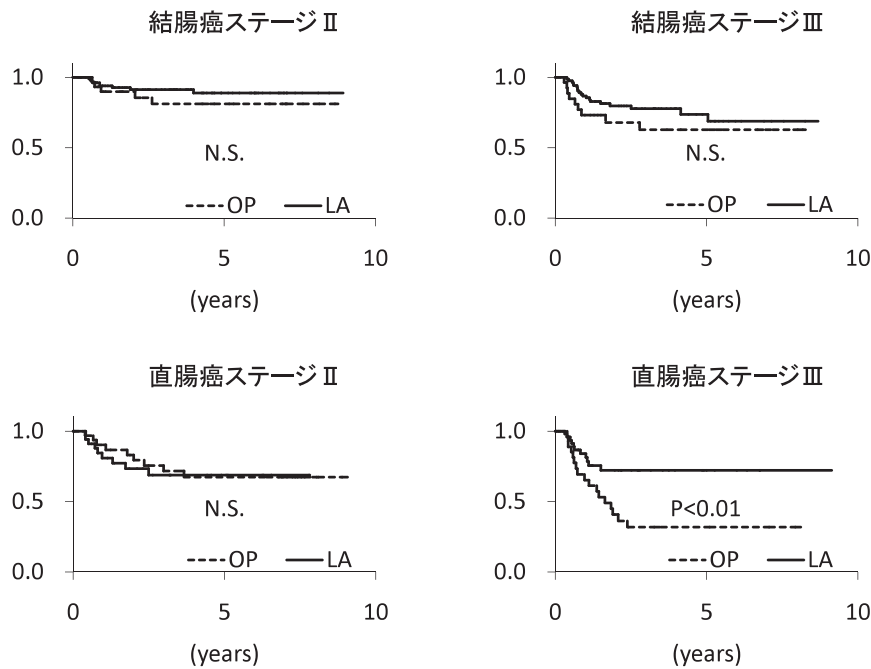


図8 大腸癌術後無病生存率

OP: 開腹手術、LA: 腹腔鏡下手術、N.S.: not significant

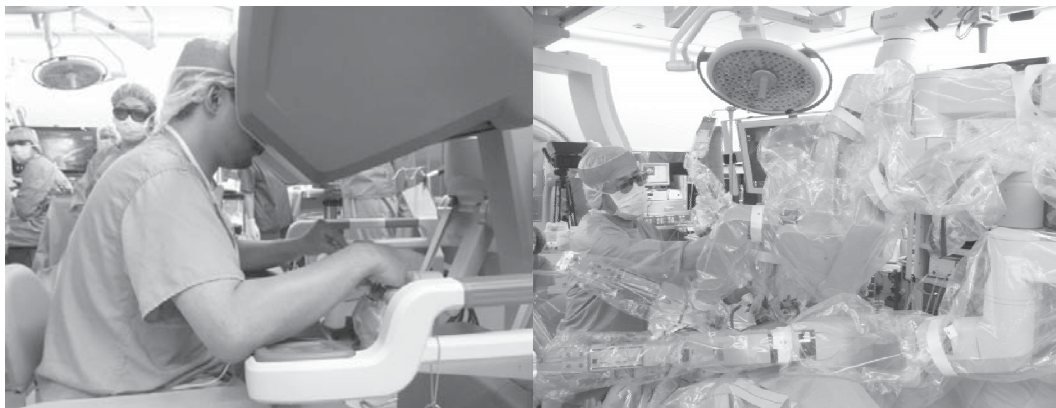


図9 手術支援ロボットda Vinci Siを使用した直腸切除術の手術風景

(左) サージョンコンソールで鉗子の操作を行う術者

(右) アームセッティングの調整を行う助手

援ロボットda Vinciの購入方法や設置のための準備などが検討された。2013年3月に、当時の最新器械であるIntuitive Surgical社da Vinci. Siが設置された。da Vinciの使用が保険収載されている疾患は前立腺悪性腫瘍のみということもあり泌尿器科中心となっているが、大学の理解と支援の下に消化器疾患（胃癌1例、大腸癌2例）に対してもロボット支援手術が施行されている（図9）。

【腹腔鏡下大腸切除の今後の展望】

腹腔鏡下大腸切除術は、安全性、根治性を保ちつつ、整容性と低侵襲性を達成してきた。今後は、さらなる整容性の追及と適応拡大の二つの方向へ進んでいくものと思われる、

その発展の足掛かりになるものについて紹介した。これまでは、開腹手術で行っていることを腹腔鏡下手術で安全に行うことが目標とされてきたが、腹腔鏡下だからこその手術法の確立が望まれるところである。腹腔鏡の拡大視効果や骨盤深部などにおける良好な視野によって、自律神経や肛門括約筋の機能温存率の上昇など、既に達成されている分野もある。以前から言われていることであるが、腹腔鏡下手術における大きな利点の一つとして、開腹手術と異なり、常に術者と同じ手術野をモニター上で見ることができると挙げられる。これは、手術室にいる医師、看護師だけではなく、病院のカンファレンスルーム、学内の講義室、さらには通信上のセキュリティー管理が徹底されれば、国内外の医療施設においても視聴可能となる。お互

いの手術手技を共有することによって、手技の向上を図るだけではなく、国際的な交流や臨床研究の推進にも一役立てる可能性がある。

【おわりに】

腹腔鏡下大腸切除は安全、確実に進歩し、開腹手術と同様の根治性を保ちつつ、整容性向上と機能温存を可能とした。これらは、手術室看護師、病棟看護師、臨床工学士など多職種が共に取り組んできた結果であり、外科医だけでは達し得ないことである。今後もチーム医療の充実を図り、患者QOLのさらなる向上が期待される。

【引用文献】

- 1) Spaner S. J., Warnock G. L.: A brief history of endoscopy, laparoscopy, and laparoscopic surgery. *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech.* 7: 369-373, 1997.
- 2) Fleshman J., Sargent D. J., Green E., et al.: Laparoscopic colectomy for cancer is not inferior to open surgery based on 5-year data from the COST Study Group trial. *Ann. Surg.* 246: 655-662, 2007.
- 3) Jayne D. G., Thorpe H. C., Copeland J., et al.: Five-year follow-up of the Medical Research Council CLASICC trial of laparoscopically assisted versus open surgery for colorectal cancer. *Br. J. Surg.* 97: 1638-1645, 2010.
- 4) Yamamoto S., Inomata M., Katayama H., et al.: Short-term surgical outcomes from a randomized controlled trial to evaluate laparoscopic and open D3 dissection for stage II/III colon cancer: Japan Clinical Oncology Group Study JCOG 0404. *Ann. Surg.* 260: 23-30, 2014.
- 5) Takemasa I., Uemura M., Nishimura J., et al.: Feasibility of single-site laparoscopic colectomy with complete mesocolic excision for colon cancer: a prospective case-control comparison. *Surg. Endosc.* 28: 1110-1118, 2014.
- 6) Mukai T., Fukunaga Y., Ueno M., et al.: Needleoscopic surgery for left-sided colorectal cancer. *Int. J. Colorectal Dis.* 29: 1501-1505, 2014.
- 7) Nishimura A., Kawahara M., Honda K., et al.: Totally laparoscopic anterior resection with transvaginal assistance and transvaginal specimen extraction: a technique for natural orifice surgery combined with reduced-port surgery. *Surg. Endosc.* 27: 4734-4740, 2013.
- 8) Costantino F. A., Diana M., Wall J., et al.: Prospective evaluation of peritoneal fluid contamination following transabdominal vs. transanal specimen extraction in laparoscopic left-sided colorectal resections. *Surg. Endosc.* 26: 1495-1500, 2012.
- 9) Polle S. W., Dunker M. S., Slors J. F., et al.: Body image, cosmesis, quality of life, and functional outcome of hand-assisted laparoscopic versus open restorative proctocolectomy: long-term results of a randomized trial. *Surg. Endosc.* 21: 1301-1307, 2007.
- 10) Targarona E. M., Gracia E., Garriga J., et al.: Prospective randomized trial comparing conventional laparoscopic colectomy with hand-assisted laparoscopic colectomy: applicability, immediate clinical outcome, inflammatory response, and cost. *Surg. Endosc.* 16: 234-239, 2002.
- 11) Hewett P. J., Allardyce R. A., Bagshaw P. F., et al.: Short-term outcomes of the Australasian randomized clinical study comparing laparoscopic and conventional open surgical treatments for colon cancer: the ALCCaS trial. *Ann. Surg.* 248: 728-738, 2008.
- 12) Guillou P. J., Quirke P., Thorpe H., et al.: Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 365: 1718-1726, 2005.
- 13) Weeks J. C., Nelson H., Gelber S., et al.: Short-term quality-of-life outcomes following laparoscopic-assisted colectomy vs open colectomy for colon cancer: a randomized trial. *JAMA* 287: 321-328, 2002.
- 14) Inomata M., Katayama H., Mizusawa J., et al.: A randomized controlled trial to evaluate laparoscopic versus open complete mesocolic excision (CME) for stage II, III colorectal cancer (CRC): First efficacy results from Japan Clinical Oncology Group Study JCOG0404. *J. Clin. Oncol.* 33: suppl. 3; abstr. 656, 2015.
- 15) Theodoropoulos G. E., Karantanos T.: Quality of life after laparoscopic colectomy for cancer. *J. Surg. Oncol.* 118: 225-235, 2014.
- 16) Bartels S. A., Vlug M. S., Ubbink D. T., et al.: Quality of life after laparoscopic and open colorectal surgery: a systematic review. *World J. Gastroenterol.* 16: 5035-5041, 2010.
- 17) Furuhashi T., Okita K., Nishidate T., et al.: Clinical feasibility of laparoscopic lateral pelvic lymph node dissection following total mesorectal excision for advanced rectal cancer. *Surg. Today.* 45: 310-314, 2015.
- 18) 大腸癌研究会: 大腸癌治療ガイドライン医師用. 2014年版. 東京, 金原出版, 2014.
- 19) 日本内視鏡外科学会: 特集 内視鏡外科手術に関するアンケート調査 第12回集計結果報告. *日本内視鏡外科学会雑誌* 19: 498-558, 2014.
- 20) Moran P. S., O'Neill M., Teljeur C., et al.: Robot-assisted radical prostatectomy compared with open and laparoscopic approaches: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Urol.* 20: 312-321, 2013.

- 21) Trastulli S., Farinella E., Ciocchi R., et al.: Robotic resection compared with laparoscopic rectal resection for cancer: systematic review and meta-analysis of short-term outcome. *Colorectal Dis.* 14:134-156, 2012.
- 22) Melich G., Hong Y. K., Kim J., et al.: Simultaneous development of laparoscopy and robotics provides acceptable perioperative outcomes and shows robotics to have a faster learning curve and to be overall faster in rectal cancer surgery: analysis of novice MIS surgeon learning curves. *Surg. Endosc.* 29:558-568, 2015.